

*Степанова Н.Н., Казанцева Н.В., Завалишин В.А.,  
Виноградова Н.И., Судаков Д.М.*  
ИФМ УрО РАН,  
г. Екатеринбург;  
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет  
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»,  
г. Екатеринбург  
*snn@imp.uran.ru*

## **ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА СТРУКТУРУ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ $\text{Ni}_3\text{Al}$**

В настоящее время в энергетике активно предпринимаются попытки повышения мощности и КПД газотурбинных установок. При работе по таким режимам материал турбинных лопаток оказывается в экстремальных условиях по температуре и уровню напряжений. Известно, что при стандартных режимах жаропрочный никелевый сплав остается парамагнитным в течение всего времени эксплуатации. Ранее авторами [1] наблюдалось повышение магнитной восприимчивости на образцах, вырезанных из разных участков литой поликристаллической лопатки из сплава ЧС-70В (ХН58КВТЮМБЛ, 40 %  $\gamma'$ -фазы, верхний предел рабочих температур 900°C), работавшей по режиму с увеличением рабочей температуры от 800 до 880 °C и скорости вращения турбины.

В данной работе проведено исследование структуры и магнитных свойств образцов интерметаллида  $\text{Ni}_3\text{Al}$  после испытаний на одноосное растяжение при 880°C с целью определить объект в структуре сплава, отвечающий за изменение его магнитных свойств.

При деформации растяжением образцов  $\text{Ni}_3\text{Al}$  вблизи зоны разрушения наблюдаются многочисленные взаимодействующие дефекты упаковки. Формирование такой структуры сопровождается повышением значений магнитной восприимчивости: сплав в целом остается парамагнитным, но его в магнитной восприимчивости появляется составляющая, вносимая ферромагнитными кластерами.

Аналогичные комплексы дефектов наблюдались нами внутри частиц интерметаллида в спинке пера турбинной лопатки из сплава ЧС-70В после эксплуатации по форсированному режиму [1]. В месте пересечения дефектов упаковки возникает наноразмерная область с повышенной концентра-

цией атомов никеля и нарушенным дальним порядком типа  $Ll_2$ . Такой комплекс дефектов выступает в качестве ферромагнитного кластера в парамагнитной матрице. Поскольку образование таких комплексов внутри интерметаллида свидетельствует об его разупрочнении, то возникает возможность применения неразрушающего магнитного контроля для остаточного оценки ресурса турбинных лопаток.

#### **Список источников**

1. Степанова Н.Н., Давыдов Д.И., Ничипурук А.Н. и др. ФММ. 2011. Т. 112. Вып. 3. С. 328–336.